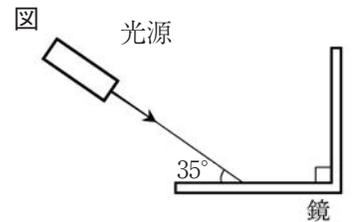


令3 高等学校理科 (化学) (5枚のうち1)

(解答はすべて、解答用紙に記入すること)

I 光について、次の問いに答えなさい。

1 図は、直角に組み合わせた2枚の鏡を平面に立て、平面に平行に進む光を当てたところを真上から見たものである。



- (1) 最初の反射における反射角は何度か、書きなさい。
- (2) 反射後の光の道筋をかきなさい。ただし、すべての反射における入射角の数値も書きなさい。
- (3) 鏡に入射した光の道筋と、2回反射した後の光の道筋は、入射角の大きさによらずどのような特徴があるか、解答用紙の空欄に入る適切な語句を書きなさい。

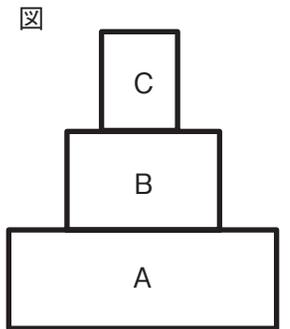
2 光は電磁波の一種である。次の①～③に利用されている電磁波として適切なものを、あとのア～オからそれぞれ1つずつ選び、その符号を書きなさい。

- ① ブラックライト、蛍光灯 ② 携帯電話、電子レンジ ③ サーモグラフィー、テレビのリモコン
 ア マイクロ波 イ 赤外線 ウ 紫外線 エ X線 オ γ 線

3 光の速さを $3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ として、 $2.0 \times 10^6 \text{Hz}$ の電波の波長を求めなさい。

II 生態系について、次の問いに答えなさい。

1 図はある地域の緑色植物、草食動物、肉食動物の数量関係を模式的に示した生態ピラミッドである。



- (1) Bにあてはまるものは、緑色植物、草食動物、肉食動物のうちどれか書きなさい。また、Bが何かの原因で急激に増加したとするとCの個体数は一時的にどう変化するか書きなさい。
- (2) A、B、Cの死がいや排出物を無機物に変える役割を担っている生物のことを何とよいか、書きなさい。
- (3) 次のア～エのうち、(2)の役割に分類されるものを1つ選び、その符号を書きなさい。

ア ケイソウ イ ウイルス ウ ミジンコ エ シロアリ

(4) 食う食われるの関係にある生物について、単位面積あたりの個体数または総重量の関係として一般的に成立しているものを次のア～エから1つ選び、その符号を書きなさい。

- ア 樹木の葉を食べるガの幼虫の個体数 > 樹木の個体数
 イ 樹木の葉を食べるガの幼虫の総重量 > 樹木の総重量
 ウ コウノトリの個体数 > コウノトリが餌とする魚や小動物の個体数
 エ コウノトリの総重量 > コウノトリが餌とする魚や小動物の総重量

2 生態系における窒素循環に関して、次の問いに答えなさい。

- (1) 植物が土壌中の無機窒素化合物を取りこんで、有機窒素化合物を合成するはたらきを何とよいか、書きなさい。
- (2) マメ科植物などの根に共生し、大気中の窒素をアンモニウムイオンに変える細菌を何とよいか、書きなさい。
- (3) (2)の細菌が共生するマメ科植物として適切なものを、次のア～エから1つ選び、その符号を書きなさい。

- ア ヒメジョオン イ シロツメクサ ウ セイタカアワダチソウ エ セイヨウタンポポ

III 水溶液の電気分解の実験に関して、次の問いに答えなさい。

1 5.0%の塩化銅(II)水溶液を、電極に炭素棒を使って電気分解する実験を行った。

- (1) 5.0%の塩化銅(II)水溶液をつくるためには、水100gに塩化銅(II)の無水塩を何g溶かせばよいか、小数第1位まで求めなさい。
- (2) この実験を続けると、塩化銅(II)水溶液の色はどのように変化するか、解答欄の()に適切な語句を書きなさい。
- (3) 陽極で生じる物質の名称を書きなさい。
- (4) 陰極で起こる変化を、次のア～オから1つ選び、その符号を書きなさい。

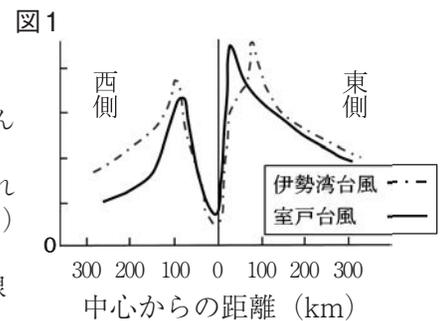
- ア 表面がとけ始める イ 表面に青色の物質がつく ウ 表面に赤褐色の物質がつく
 エ 表面に黒色の物質がつく オ 気体が発生する

2 電極に白金を使って希硫酸を電気分解した。

- (1) このとき、陰極で生じる物質の名称を書きなさい。
- (2) このとき、陽極で起こる変化を電子 e^- を使った反応式で書きなさい。

IV 気象現象について、次の問いに答えなさい。

1 図1は2つの台風の気象データをもとに作成したグラフである。

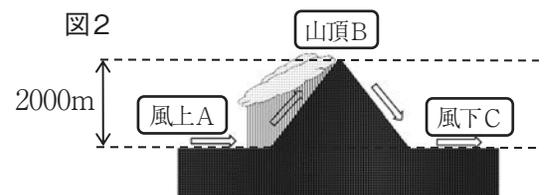


- (1) 縦軸は何の値を示しているか、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。
 ア 気圧 イ 風速 ウ 湿度 エ 最上部の雲の高さ
- (2) 台風について書かれた次の文の空欄①～③にあてはまる語句をア～カから1つずつ選んで、その符号を書きなさい。

台風は、熱帯地方のあたたかい海上で発生した低気圧が、海から(①)を供給されて発達したものである。(②)をとともわず、天気図ではほぼ同心円状の(③)で表される。

- ア 気流 イ 前線 ウ 水蒸気 エ 凝結核 オ 等高線 カ 等圧線

2 図2は、ある気象現象を模式的に表したものである。



- (1) 湿った風が山を越えて吹くとき、風下側で急に気温が上がる現象の名称を書きなさい。
- (2) 次の文の空欄①、②にあてはまる数値を整数値で求め、空欄③にあてはまる語句を書きなさい。ただし、雲ができ雨が降っている状況では100mにつき気温が0.5℃変化し、雲がない状況では100mにつき気温が1℃変化するものとする。

風上A(気温25℃)で雨が降っており、風上Aから山頂Bまで風が吹き上げ、雨が降っている。このとき、山頂Bの気温は(①)℃である。山頂Bを越した後、雲は消えて風下Cまで吹き下りた。このとき、風下Cの気温は(②)℃である。このように風上Aから山頂Bまでの気温の変化する量が、山頂Bから風下Cまでと比べて小さいのは、水の状態変化にともない熱が放出されるためである。この熱を(③)という。

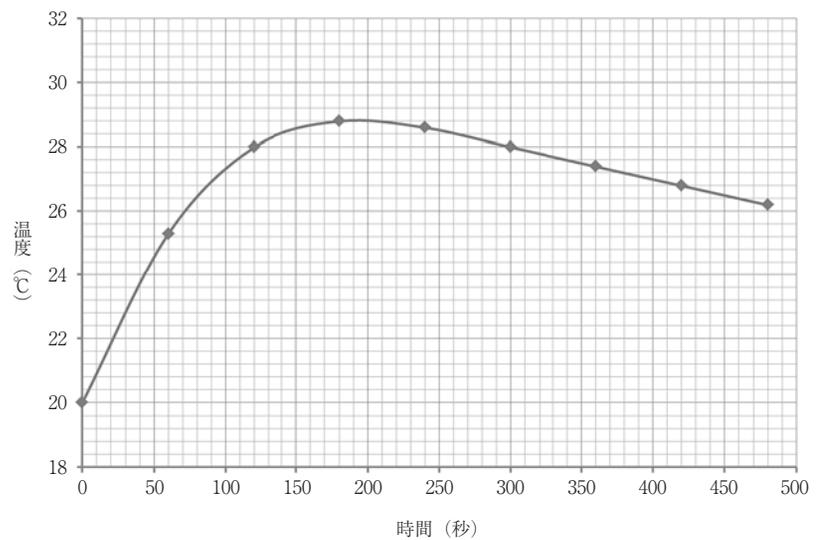
令3 高等学校理科 (化学) (5枚のうち2)

(解答はすべて、解答用紙に記入すること)

V 次の〔実験1〕～〔実験5〕に関して、あとの問いに答えなさい。なお、すべての水溶液の比熱を $4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、原子量は、次の値を使いなさい。H = 1.0、O = 16、Na = 23、S = 32

〔実験1〕 固体の水酸化ナトリウム 2.0g を素早く量り取り、ビーカーに入れた水 50mL に溶解させ、水溶液の温度変化を測定した。その時の温度変化は図のようであった。ここで、水酸化ナトリウムを水中に入れた瞬間を時間0秒とする。

図



〔実験2〕 次に、〔実験1〕の水溶液の温度が一定になった時点で、容器全体を断熱容器に入れ、水溶液と同じ温度の 1.0mol/L 塩酸を 75mL 混合すると、混合水溶液の温度は 5.4°C 上昇した。

〔実験3〕 さらに、〔実験2〕の混合水溶液に水を加え全体を 2.0L とし、アンモニアを吸収させたところ、混合水溶液の pH は 3.0 となった。

〔実験4〕 一方、 18mol/L 濃硫酸 10mL を断熱容器内の水 500mL に静かに加えると、水溶液の温度は 6.0°C 上昇した。

〔実験5〕 18mol/L 濃硫酸 10mL を断熱容器内の 1.0mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 500mL に静かに加えた。

- 〔実験1〕について、周囲への放熱がないと仮定した場合、水酸化ナトリウムの溶解が完了した時点で、水温は何 $^\circ\text{C}$ 上昇したと推定されるか。整数値で書きなさい。
- 1の値を用いて、水への水酸化ナトリウムの溶解による発熱量 (kJ) を有効数字2桁で求めなさい。ただし、水の密度を $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ とする。
- 〔実験2〕について、このときの温度上昇値をもとに塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和を示す熱化学方程式を書きなさい。ただし、 1.0mol/L 塩酸の密度を $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ とし、外部からの熱の出入り及び水酸化ナトリウムの溶解による体積変化は無いものとする。また、反応熱は有効数字2桁で示しなさい。
- 〔実験3〕について、吸収させたアンモニアの体積は、標準状態で何Lであったか。有効数字2桁で求めなさい。ただし、気体のアンモニア 1.0mol の標準状態での体積を 22.4L とする。
- 〔実験2〕および〔実験4〕の結果を利用して、〔実験5〕における発熱量 (kJ) を有効数字2桁で求めなさい。ただし、 18mol/L 濃硫酸の密度を $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ とし、外部からの熱の出入りは無いものとする。

VI 次の文章を読み、あとの問いに答えなさい。

1mol の気体について、温度 T [K]、圧力 P_i [Pa] のもとで、体積 V_i [L] であるとき、 $P_i V_i = R T \cdots (A)$ という気体の状態方程式が適用できる気体を [ア] という。このときの R は気体定数という。これに対し、実在気体では、主に次の2つ (①、②) の原因のために、厳密には(A)式は成立しない。① 分子の間に [イ] 力が働く。② 分子自身が [ウ] をもつ。

[エ] は、1873年、これらを考慮して(A)式を補正し、実在気体によりよくあてはまる気体の状態方程式を考案した。

まず、①の原因のため、器壁近くの分子は内側にある分子によって引かれる分、器壁におよぼす圧力は [オ 減少・増加] する。すなわち、実測される圧力 P は [イ] 力が働かない場合に比べて [カ 大き・小さ] になると考えられる。圧力の [オ 減少・増加] 分は気体の体積 V の2乗に [キ] するので、(A)式の P_i は $(P + a \times [ク])$ で補正すればよい。ただし、 a は気体の種類によって異なる正の定数である。

次に、②の原因のため、実測される体積 V は、気体分子が自由に動き回れる空間の体積 V_i よりも、分子自身の [ウ] に比例する定数 b だけ [ケ 大き・小さ] になると考えられる。したがって、(A)式の V_i は ([コ]) で補正すればよい。

これらの2つの補正を組み合わせると、 $(P + a \times [ク]) ([コ]) = R T$ という式が得られる。

- 文中の [] に適切な語句または式を書きなさい。ただし、[オ]、[カ]、[ケ] は [] 内の適切な方を選んで書きなさい。
- メタン、エタン、プロパンのアルカン同士で比較した場合、1分子あたりに含まれる炭素数が増えると、 a と b の値はそれぞれどのように変化するか。「大きくなる」または「小さくなる」で書きなさい。
- 実在気体でも(A)式の適用が可能となる状態を以下の〔選択群〕からすべて選んで書きなさい。

〔選択群〕 低圧 高圧 低温 高温

- 実在気体において、二酸化炭素 1.0mol を 27°C で 1.0L の容器に入れたときの圧力 P [Pa] を有効数字2桁で求めなさい。ただし、 $a = 3.6 \times 10^5 \text{Pa}\cdot\text{L}^2/\text{mol}^2$ 、 $b = 0.040\text{L}/\text{mol}$ 、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。

令3 高等学校理科 (化学) (5枚のうち3)

(解答はすべて、解答用紙に記入すること)

Ⅶ 金属及びハロゲンの性質に関する次の問いに答えなさい。

1 [実験A] 及び [実験B] の結果に基づき、あとの問いに答えなさい。

[実験A] 硫酸銅(Ⅱ)水溶液および硝酸鉛(Ⅱ)水溶液に亜鉛板を入れると、いずれの場合にも表面が黒変した。続いて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液に鉛板を入れると同様に表面が黒変した。ところが、硝酸亜鉛水溶液に鉛板または銅板を入れても変化は起こらなかった。また、硝酸鉛(Ⅱ)水溶液中に銅板を入れても同様に変化は起こらなかった。次に、硝酸銀水溶液中に銅板を入れると表面が黒変し、水溶液は青色に変化した。硫酸銅(Ⅱ)水溶液に銀板を入れても変化は起こらなかった。

[実験B] 臭素水に銅の小片を入れてよく振り混ぜた。その後、水溶液だけを取り出して煮沸し、過剰の臭素を除いた。水溶液を二つに分けて、一方に硝酸銀水溶液を加えると直ちに淡黄色の沈殿を生じた。また、他方にヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸銅(Ⅱ) $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると赤褐色のヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸銅(Ⅱ) $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ が生じた。また、臭素水を塩化カリウム水溶液に加えても変化はなかったが、塩素水を臭化カリウム水溶液に加えると水溶液全体が黄褐色に変化した。

(1) 次のうち、最も強い還元剤はどれか。ア～オから1つ選び、その符号を書きなさい。

ア Cu イ Cl^- ウ Br^- エ Zn オ Pb

(2) 次の () 内の物質について、還元されやすい順に並べられている組はどれか。ア～オから1つ選び、その符号を書きなさい。

ア $(\text{Br}_2, \text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+})$ イ $(\text{Zn}^{2+}, \text{Br}_2, \text{Cu}^{2+})$ ウ $(\text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Br}_2)$

エ $(\text{Br}_2, \text{Zn}^{2+}, \text{Cu}^{2+})$ オ $(\text{Zn}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Br}_2)$

(3) 次のうち、鉛を鉛(Ⅱ)イオンに酸化することはできるが臭化物イオンを臭素に酸化することができないものはどれか。ア～カから1つ選び、その符号を書きなさい。

ア Cl^- イ Cl_2 ウ Zn^{2+} エ Zn オ Cu^{2+} カ Cu

2 7種の金属A、B、C、D、E、F、Gについての記述①～④を読み、A～Gに該当する金属を〔選択群〕から1つずつ選び、元素記号を書きなさい。また、⑤～⑦については、[] に該当する金属の元素記号を書きなさい。

〔選択群〕	Al	Ag	Cu	K	Mg	Ni	Pb
-------	----	----	----	---	----	----	----

- ① 室温で水と激しく反応するのはDのみであり、磁性をもつのはBのみである。
- ② 希硫酸に加えたとき水素を発生して溶解するのはA、B、C、Dで、こうして得られた水溶液を水酸化ナトリウムで十分にアルカリ性にしたとき、なお、溶解しているのはA、Dである。
- ③ E、F、Gは希硫酸に溶けないが、希硝酸には溶ける。この水溶液中でFは青色のイオンとなっている。また、E、F、Gの水溶液をアンモニアで塩基性にしたとき、沈殿として残るのはGのみである。
- ④ B、E、F、Gの酸化物は水素で還元できるが、A、C、Dの酸化物は水素による還元は困難である。
- ⑤ 〔選択群〕の金属で最も密度が大きいのは [] である。
- ⑥ 〔選択群〕の金属で最も密度が小さいのは [] である。
- ⑦ 〔選択群〕の金属のイオンを含む水溶液を電気分解したとき、水溶液が高濃度であっても陰極にその金属の単体が析出しないものを3つあげると [] である。

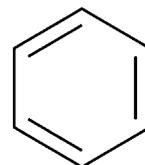
Ⅷ 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

分子式 $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{O}_3$ で表され、ベンゼン環をもつ化合物Aがある。Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると反応して溶解した。この反応液から種々の分離操作を行って化合物Bと化合物Cを得た。Bは $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ の分子式で表され、炭酸水素ナトリウム水溶液に発泡をともなって溶解した。なお、Bのベンゼン環に結合している水素原子の一つを塩素原子で置き換えた化合物は、2種しか存在しないことが判明している。また、Bをメタノールに溶かし少量の濃硫酸を加えて熱したところ、 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ の分子式で表される化合物Dが生成した。Dは無水酢酸と反応して、 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$ で表される化合物Eが生成した。一方、Cは分子式 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ で表され、Cに臭素水を加えると臭素水は脱色されて白色の沈殿を生じた。また、Cに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて加熱すると、黄色の化合物Fが生成した。

以下の問いにおいて、構造式でベンゼン環を表す場合は、 に示した書き方を用いること。

- 1 A、B、D、E、Fの構造式をそれぞれ書きなさい。
- 2 Eに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたときの呈色の有無について、「○○色に呈色する」または「呈色しない」で書きなさい。
- 3 2 (「呈色する」または「呈色しない」) の理由を簡潔に説明しなさい。
- 4 下線部の反応について構造式を用いた化学反応式で書きなさい。
- 5 4の反応において、反応液のpHは反応の開始時と比較すると、見かけ上の反応終了時点でどのように変化しているか。「大きくなる」または「小さくなる」のいずれかで書きなさい。





令3 高等学校理科 (化学) 解答用紙 (5枚のうち4)

総計		

I	1	(1) 度 (2)				
		(3)	2回反射した後の光の道筋は、鏡に入射した光の道筋に対して () である			
	2	①	②	③		
	3	m				
II	1	(1) B	Cの変化			
		(2)	(3)	(4)		
	2	(1)	(2)	(3)		
III	1	(1) g	(2) () 色の水溶液の色が ()			
		(3)	(4)			
	2	(1)	(2)			
IV	1	(1)	(2) ①	②	③	
	2	(1)	現象			
		(2) ①	②	③		

I		

II		

III		

IV		

令3 高等学校理科 (化学) 解答用紙 (5枚のうち5)

V	1	℃			2	kJ		
	3							
	4	L			5	kJ		
VI	1	ア	イ		ウ		エ	
		オ	カ		キ		ク	
		ケ	コ					
	2	a			b			
	3							
4	Pa							
VII	1	(1)	(2)		(3)			
	2	A	B		C		D	
		E	F		G			
		⑤	⑥		⑦			
VIII	1	A			B			
		D			E			
		F			2			
	3							
	4					5		

V

VI

VII

VIII

令3 高等学校理科(化学) 模範解答

総計		
200		

I	1	(1) 55度	(2)		
		(3) 鏡に入射した光の道筋に対して (平行) である			
	2	① ウ	② ア	③ イ	
	3	1.5 × 10 ² m			
II	1	(1) 生物B	草食動物	生物Cの変化	増加する
		(2) 分解者	(3) エ	(4) ア	
	2	(1) 窒素同化	(2) 根粒菌	(3) イ	
III	1	(1) 5.3 g	(2) (青) 色の水溶液の色が (薄くなる。)		
		(3) 塩素	(4) ウ		
	2	(1) 水素	(2) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$		
IV	1	(1) イ	(2) ① ウ	② イ	③ カ
	2	(1) フェーン現象			
		(2) ① 15	② 35	③ 潜熱	

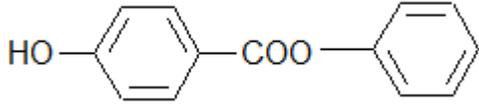
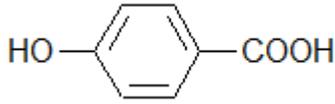
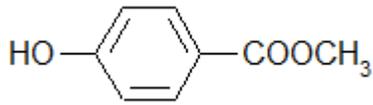
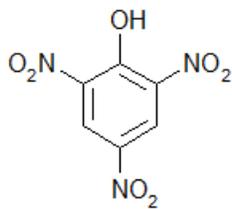
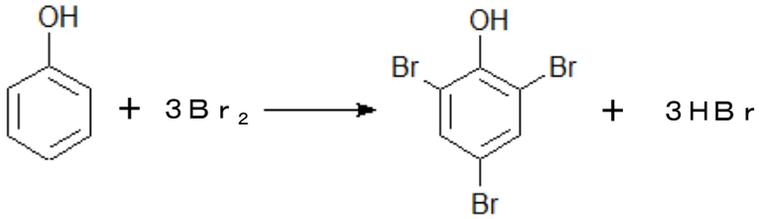
20		

20		

20		

20		

令3 高等学校理科(化学) 模範解答

V	1	11 °C	2	2.4 kJ			
	3	NaOH _{aq} + HCl _{aq} = NaCl _{aq} + H ₂ O (液) + 58 kJ					
	4	5.2 × 10 ⁻¹ (0.52) L	5	34 kJ	30		
VI	1	ア 理想気体	イ 分子間 (ファンデルワールス)	ウ 体積	エ ファンデルワールス		
	1	オ 減少	カ 小	キ 反比例	ク 1/V ²		
	1	ケ 大	コ V-b				
	2	a 大きくなる		b 大きくなる			
3	低圧 高温						
4	2.2 × 10 ⁶ Pa						30
VII	1	(1) エ	(2) ア	(3) オ			
	2	A Al	B Ni	C Mg	D K		
	2	E Ag	F Cu	G Pb			
3	⑤ Pb	⑥ K	⑦ K, Mg, Al				30
VIII	1	A		B			
	1	D		E			
	2	F		2 呈色しない			
	3	フェノール性ヒドロキシ基がないため (フェノール類ではないため) 呈色しない					
4					5	小さくなる	30